

X



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/14726 A1

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MAHR, Bernd** [DE/DE]; Panoramastr. 83, D-73207 Plochingen (DE). **KROPP, Martin** [DE/DE]; Hofstattstrasse 1, D-70825 Korntal-Muenchingen (DE). **MAGEL, Hans-Christoph** [DE/DE]; Bachstrasse 10, D-72793 Pfullingen (DE). **OTTERBACH, Wolfgang** [DE/DE]; Wikingergang 45, D-70439 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MAHR, Bernd** [DE/DE]; Panoramastr. 83, D-73207 Plochingen (DE). **KROPP, Martin** [DE/DE]; Hofstattstrasse 1, D-70825 Korntal-Muenchingen (DE). **MAGEL, Hans-Christoph** [DE/DE]; Bachstrasse 10, D-72793 Pfullingen (DE). **OTTERBACH, Wolfgang** [DE/DE]; Wikingergang 45, D-70439 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MAHR, Bernd** [DE/DE]; Panoramastr. 83, D-73207 Plochingen (DE). **KROPP, Martin** [DE/DE]; Hofstattstrasse 1, D-70825 Korntal-Muenchingen (DE). **MAGEL, Hans-Christoph** [DE/DE]; Bachstrasse 10, D-72793 Pfullingen (DE). **OTTERBACH, Wolfgang** [DE/DE]; Wikingergang 45, D-70439 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MAHR, Bernd** [DE/DE]; Panoramastr. 83, D-73207 Plochingen (DE). **KROPP, Martin** [DE/DE]; Hofstattstrasse 1, D-70825 Korntal-Muenchingen (DE). **MAGEL, Hans-Christoph** [DE/DE]; Bachstrasse 10, D-72793 Pfullingen (DE). **OTTERBACH, Wolfgang** [DE/DE]; Wikingergang 45, D-70439 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

1. The first part of the document is a title page. It contains the title of the document, the author's name, and the date of the document.

2. The second part of the document is an abstract. It provides a brief summary of the main points of the document.

3. The third part of the document is an introduction. It provides background information on the topic and states the purpose of the document.

4. The fourth part of the document is the main body. It contains the main text of the document, which is divided into several sections.

5. The fifth part of the document is a conclusion. It summarizes the main findings of the document and provides recommendations.

6. The sixth part of the document is a bibliography. It lists the sources of information used in the document.

7. The seventh part of the document is an appendix. It contains additional information that is related to the main text but is not essential for understanding the main points.

8. The eighth part of the document is a glossary. It defines the key terms used in the document.

9. The ninth part of the document is an index. It provides a list of the topics covered in the document and the pages where they can be found.

10. The tenth part of the document is a list of figures. It provides a list of the figures included in the document and the pages where they can be found.

WO 01/14726 A1

[illegible]

(57) Abstract: Fuel is injected by means of a high-pressure pump (2) and a pressure accumulator chamber (6) that produces and accumulates a first system pressure. Said system pressure is not used for injection. Instead, a higher injection pressure is produced during injection by means of a pressure multiplicator (9). Said pressure can be reduced to shape the course of the injection. The inventive method and device facilitates an improved dosage of the fuel injected and an improved establishment of faster switching times.

(57) Zusammenfassung: Eine Kraftstoffeinspritzung erfolgt mittels einer Hochdruckpumpe (2) und einem Druckspeicherraum (6) zur Erzeugung und Speicherung eines ersten Systemdrucks. Dieser Systemdruck wird nicht zur Einspritzung verwendet, sondern mittels einer Druckübersetzungseinheit (9) wird während der Einspritzung ein höherer Einspritzdruck erzeugt, der zur Formung des Einspritzverlaufs verringert werden kann. Durch diese Erfindung wird eine verbesserte Dosiermöglichkeit der Kraftstoffeinspritzung und eine verbesserte Durchführung schneller Schaltzeiten erreicht.



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— *Mit internationalem Recherchenbericht.*

Verfahren und Vorrichtung zur Durchführung einer Kraftstoffeinspritzung

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung einer Kraftstoffeinspritzung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Zum besseren Verständnis der Beschreibung und der Patentansprüche werden nachfolgend einige Begriffe erläutert: Die Kraftstoffeinspritzung gemäß der Erfindung kann sowohl hubgesteuert als auch druckgesteuert durchgeführt werden. Im Rahmen der Erfindung wird unter einer hubgesteuerten Kraftstoffeinspritzung verstanden, daß das Öffnen und Schließen der Einspritzöffnung mit Hilfe eines verschieblichen Ventilglieds aufgrund des hydraulischen Zusammenwirkens der Kraftstoffdrücke in einem Düsenraum und in einem Steuerraum erfolgt. Eine Druckabsenkung innerhalb des Steuerraums bewirkt einen Hub

des Ventilglieds. Alternativ kann das Auslenken des Ventilglieds durch ein Stellglied (Aktor, Aktuator) erfolgen. Bei einer druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzung gemäß der Erfindung wird durch den im Düsenraum eines Injektors herrschenden Kraftstoffdruck das Ventilglied gegen die Wirkung einer Schließkraft (Feder) bewegt, so daß die Einspritzöffnung für eine
5 Einspritzung des Kraftstoffs aus dem Düsenraum in den Zylinder freigegeben wird. Der Druck, mit dem Kraftstoff aus dem Düsenraum in einen Zylinder einer Brennkraftmaschine austritt, wird als Einspritzdruck bezeichnet, während unter einem Systemdruck der Druck verstanden wird, unter dem Kraftstoff innerhalb der Kraftstoffeinspritzeinrichtung zur Verfügung steht bzw. bevorratet ist. Kraftstoffzumessung bedeutet, eine definierte
10 Kraftstoffmenge zur Einspritzung bereitzustellen. Unter Leckage ist eine Menge an Kraftstoff zu verstehen, die beim Betrieb der Kraftstoffeinspritzeinrichtung entsteht (z.B. eine Führungsleckage), nicht zur Einspritzung verwendet und zum Kraftstofftank zurückgeführt wird. Das Druckniveau dieser Leckage kann einen Standdruck aufweisen, wobei der Kraftstoff anschließend auf das Druckniveau des Kraftstofftanks entspannt wird.

15 Eine hubgesteuerte Einspritzung ist beispielsweise durch die DE 196 19 523 A1 bekanntgeworden. Der erreichbare Einspritzdruck ist hier durch den Druckspeicherraum (rail) und die Hochdruckpumpe auf ca. 1600 bis 1800 bar begrenzt.

20 Zur Erhöhung des Einspritzdruckes ist eine Druckübersetzungseinheit möglich, wie sie beispielsweise aus der US 5,143,291 oder der US 5,522,545 bekannt ist. Der Nachteil dieser druckübersetzten Systeme liegt in einer mangelnden Flexibilität der Einspritzung und einer schlechten Mengentoleranz bei der Zumessung kleiner Kraftstoffmengen.

25 Bei einer in der JP 08277762 A beschriebenen Kraftstoffeinspritzeinrichtung sind zur Erhöhung der Flexibilität der Einspritzung und der Zumeßgenauigkeit der Voreinspritzung zwei Druckspeicherräume mit unterschiedlichen Drücken vorgesehen. Diese beiden Druckspeicherräume erfordern einen hohen Fertigungsaufwand und hohe Herstellungskosten, wobei der maximale Einspritzdruck weiterhin durch die Kraftstoffpumpe
30 und den Druckspeicherraum begrenzt ist.

Vorteile der Erfindung

35 Zur besseren Dosiermöglichkeit der Einspritzung und Durchführung schneller Schaltzeiten wird erfindungsgemäß ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 und eine Vorrichtung gemäß Patentanspruch 10 vorgeschlagen. Erfindungsgemäße Weiterbildungen sind in den

Patentansprüchen 2 bis 9 enthalten. Die Vor- und Nacheinspritzung mit einem gegenüber der Haupteinspritzung geringerem Einspritzdruck kann reproduzierbar durchgeführt werden. Es ist ein hoher Einspritzdruck bei einem geringen Druck im zentralen Druckspeicherraum realisierbar. Die Hochdruckerzeugung des Kraftstoff findet direkt im Bereich der Einspritzung (Zumessung) statt, so daß sich der Wirkungsgrad in Folge eines kleineren Hochdruckvolumens erhöht. Die Verwendung von Motoröl zur Ansteuerung der Druckübersetzungseinheit einer Ausführungsform gewährleistet eine erhöhte Sicherheit bei der Durchführung des Verfahrens. Der Einspritzdruck kann bei einer anderen Ausführungsform hydraulisch erzeugt werden, während der mechanisch mittels einer Hochdruckpumpe erzeugte Anteil im Druckspeicherraum gespeichert und nicht zur Einspritzung verwendet wird. Es kommt auf Grund des geringen Drucks zu einer reduzierten Belastung der Hochdruckpumpe, weil diese nur zur Befüllung des Druckspeicherraums nicht aber zur Einspritzung an sich herangezogen wird.

Zeichnung

Acht Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung sind in der schematischen Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine erste hubgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung;
- Fig. 2 eine zweite hubgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung;
- Fig. 3 eine dritte hubgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit Verwendung eines separaten Druckfluids;
- Fig. 4 eine vierte hubgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit Verwendung einer Druckbegrenzung in der Druckübersetzungseinheit;
- Fig. 5 eine erste druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung;
- Fig. 6 eine zweite druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung;
- Fig. 7 eine dritte druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit Verwendung eines separaten Druckfluids;

Fig. 8 eine vierte druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit Verwendung einer Druckbegrenzung in der Druckübersetzungseinheit.

5 **Fig. 9** eine fünfte druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einer Vario-Einspritzdüse

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

10 Bei dem in der Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung 1 fördert eine mengengeregelte Kraftstoffpumpe 2 Kraftstoff 3 aus einem Vorratsbehälter 4 über eine Förderleitung 5 in einen zentralen Druckspeicherraum 6 (Common-Rail). Ausgehend von dem Druckspeicherraum 6 führen
15 mehrere, der Anzahl einzelner Zylinder entsprechende Druckleitungen 7 zu den einzelnen Injektoren 8. Innerhalb jedem der in den Brennraum der zu versorgenden Brennkraftmaschine ragenden Injektoren 8 (Einspritzvorrichtung) - In der Fig. 1 ist lediglich einer der Injektoren 8 eingezeichnet - ist eine Druckübersetzungseinheit 9 angeordnet. Die Druckleitung 11 kann mit Hilfe einer Ventileinheit 10 zur Druckübersetzungsansteuerung
20 (3/2-Wege-Ventil) entweder an die Druckleitung 7 angeschlossen werden oder mit einer Leckageleitung 12 verbunden werden. In dem Druckspeicherraum 6 kann ein Systemdruck von ca. 200 bar bis 1000 bar gespeichert werden, der mittels der Druckübersetzungseinheit 9 weiter verstärkt wird.

25 Das Druckmittel 17 kann mit Hilfe der Ventileinheit 10 und der Druckleitung 7 einseitig druckbeaufschlagt werden. Ein Differenzraum 17' ist mittels der Leckageleitung 15 druckentlastet, so daß das Druckmittel 17 zur Verringerung des Volumens einer Druckkammer 13 verschoben werden kann. Das Druckmittel 17 wird in Kompressionsrichtung bewegt, so daß in der Druckkammer 13 verdichteter Kraftstoff (erster
30 Einspritzdruck) einem Steuerraum 19 und einem Düsenraum 20 zugeführt werden kann. Ein Rückschlagventil 14 verhindert den Rückfluß komprimierten Kraftstoffs in den Druckspeicherraum 6. Mittels eines geeigneten Flächenverhältnisses in einer Primärkammer 13' und der Druckkammer 13 kann auf diese Weise ein zweiter höherer Druck erzeugt werden. Wird die Primärkammer 13' mit Hilfe der Ventileinheit 10 an die Leckageleitung 12
35 angeschlossen, so erfolgt die Rückstellung des Druckmittels 17 und die Wiederbefüllung der Druckkammer 13. Aufgrund der Druckverhältnisse in der Druckkammer 13 und der Primärkammer 13' öffnet das Rückschlagventil 14, so daß die Druckkammer 13 unter

Raildruck (Druck des Druckspeicherraums 6) steht und das Druckmittel 17 hydraulisch können eine oder mehrere Federn in den Räumen 13, 13' und 17' angeordnet sein.

Durch Drosselung innerhalb eines der Ventile 10 oder 29 kann ein während der Einspritzung variabler Einspritzdruck und somit eine Formung des Einspritzverlaufs durch eine Querschnittssteuerung erreicht werden, wobei der Druck im Steuerraum 19 bei einer Steuerung des Querschnitts des Ventils 29 beeinflusst wird, und somit eine Drosselung des Einspritzdrucks an der Ventildichtfläche 22 über das Ventilglied 21 erreicht wird. Zur Realisierung einer kontinuierlichen Querschnittssteuerung sind sowohl Piezoaktoren als auch schnelle Magnetaktoren denkbar. Durch Ausführung mehrstufiger Ventile können statt einer kontinuierlichen Formung des Einspritzdrucks mehrere unterschiedliche Einspritzdruckniveaus während der Einspritzung durch verschiedene Drosselstellungen erzeugt werden.

In einer mit der Druckkammer 13 in Verbindung stehenden Druckleitung 18 baut sich ein Druck auf, der auch im Steuerraum 19 und im Düsenraum 20 ansteht. Die Einspritzung erfolgt über eine Kraftstoff-Zumessung mit Hilfe eines in einer Führungsbohrung axial verschiebbaren kolbenförmigen Ventilglieds 21 mit einer konischen Ventildichtfläche 22 an seinem einen Ende, mit der es mit einer Ventilsitzfläche am Injektorgehäuse der Injektoreinheit 8 zusammenwirkt. An der Ventilsitzfläche des Injektorgehäuses sind Einspritzöffnungen vorgesehen. Innerhalb des Düsenraums 20 ist eine in Öffnungsrichtung des Ventilglieds 21 weisende Druckfläche dem dort herrschenden Druck ausgesetzt, der über die Druckleitung 18 dem Düsenraum 20 zugeführt wird. Koaxial zu einer Ventiltfeder 23 greift ferner an dem Ventilglied 21 ein Druckstück 24 an, das mit seiner der Ventildichtfläche 22 abgewandten Stirnseite 25 den Steuerraum 19 begrenzt. Der Steuerraum 19 hat vom Kraftstoffdruckanschluß her einen Zulauf mit einer ersten Drossel 26 und einen Ablauf zu einer Druckentlastungsleitung 27 mit einer zweiten Drossel 28, die durch ein 2/2-Wege-Ventil 29 gesteuert wird.

Der Düsenraum 20 setzt sich über einen Ringspalt zwischen dem Ventilglied 21 und der Führungsbohrung bis an die Ventilsitzfläche des Injektorgehäuses fort. Über den Druck im Steuerraum 19 wird das Druckstück 24 in Schließrichtung druckbeaufschlagt.

Bei Betätigung (Öffnen) des 2/2-Wege-Ventils 29 kann der Druck im Steuerraum 19 abgebaut werden, so daß in der Folge die in Öffnungsrichtung auf das Ventilglied 21 wirkende Druckkraft im Düsenraum 20 die in Schließrichtung auf das Ventilglied 20 wirkende Druckkraft übersteigt. Die Ventildichtfläche 22 hebt von der Ventilsitzfläche ab und Kraftstoff

wird eingespritzt. Dabei läßt sich der Druckentlastungsvorgang des Steuerraums 19 und somit die Hubsteuerung des Ventiglieds 21 über die Dimensionierung der Drossel 26 und der Drossel 28 beeinflussen.

- 5 Das Ende der Einspritzung wird durch erneutes Betätigen (Schließen) des 2/2-Wege-Ventils 29 eingeleitet, das den Steuerraum 19 wieder von der Druckentlastungsleitung 27 abkoppelt, so daß sich im Steuerraum 19 wieder ein Druck aufbaut, der das Druckstück 24 in Schließrichtung bewegen kann.
- 10 Die Ventileinheiten werden von Elektromagneten zum Öffnen oder Schließen bzw. Umschalten betätigt. Die Elektromagnete werden von einem Steuergerät angesteuert, das verschiedene Betriebsparameter (Motordrehzahl,) der zu versorgenden Brennkraftmaschine überwachen und verarbeiten kann.
- 15 An Stelle der magnetgesteuerten Ventileinheiten können auch Piezostellelemente (Aktuator, Aktor) verwendet werden, die einen notwendigen Temperatenausgleich und evtl. eine erforderliche Kraft- bzw. Wegübersetzung besitzen.

20 Nachfolgend werden in der Beschreibung zu den Figuren 2 bis 8 lediglich Unterschiede zur Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Figur 1 behandelt. Identische Bauteile werden nicht näher erläutert.

Aus der **Figur 2** ist ersichtlich, daß die Druckübersetzungseinheit 9 bei einer Abänderung der Kraftstoffeinspritzeinrichtung 1 außerhalb des Injektors 8 und nunmehr im Bereich des Druckspeicherraums 6 angeordnet ist. Die Baugröße des Injektors 8 verringert sich. Das Ventil 10 kann am Druckspeicherraum und die Druckübersetzungseinheit kann am Injektor angeordnet sein.

30 Bei der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß **Figur 3** wird der Druckspeicherraum 6 zur Ansteuerung der Druckübersetzungseinheit 9 über die Förderleitung 45 und die Pumpe 42 mit Motoröl oder einem anderen geeigneten Druckfluid 43 aus einem Vorratsbehälter 44 befüllt. Die Niederdruckseite 16 des Druckmittels 17 kann entweder über die Druckleitung 47 druckbeaufschlagt werden oder an eine Leckageleitung 48 angeschlossen werden. Die Umschaltung ist durch das 3/2-Wege-Ventil 10 erreichbar.

35 Die Druckkammer 13 ist über das Rückschlagventil 14 mit Kraftstoff aus einem weiteren Vorratsbehälter befüllbar oder kann mit Hilfe einer Vorförderpumpe - wie dargestellt - mit

einem geringen Vorförderdruck erfolgen. Die Einspritzung erfolgt wie zu Figur 1 beschrieben.

Alternativ zur Drosselung des Kraftstoff im Bereich der Kraftstoffzumessung kann der zweite Systemdruck unter Verwendung eines Druckbegrenzungsventils in Gestalt eines Rückschlagventils 50 im Bereich der Druckübersetzungseinheit erzeugt werden (**Figur 4**). Das Rückschlagventil 50 öffnet bei einem Druck von ca. 300 bar. Die Druckkammer 13 wird mit Hilfe einer Kraftstoffpumpe aus einem Vorratsbehälter über das Rückschlagventil 14 mit Kraftstoff befüllt. Hier bleibt die Druckkammer 13 bei geringem Hub des zunächst zurück gestellten und dann in Richtung des Bodens der Druckkammer 13 bewegten Druckmittels 17 mit dem Rückschlagventil 50 verbunden, so daß der Druck in der Druckkammer 13 auf 300 bar begrenzt wird, um Kraftstoff dieses Druckes dem Druckraum 20 und dem Steuerraum 19 zuzuleiten. Das Rückschlagventil 14 verhindert den Rückfluß von verdichtetem Kraftstoff in Richtung Kraftstoffpumpe 2.

Bei größerem Hub des Druckmittels 17 infolge der Druckbeaufschlagung des Druckmittels 17 mit einem Fluid aus dem Druckspeicherraum 6 wird der Zugang der Druckkammer 13 zur Leckageleitung 49 verschlossen, so daß ein höherer Einspritzdruck erreicht wird. Bei der Haupteinspritzung läßt sich damit eine sog. "Boot-Injection" durchführen, sowie eine Voreinspritzung bei geringem Druck.

In Abwandlung der vorhergehenden Ausführungsbeispiele ist in der **Figur 5** eine druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung 51 dargestellt. Wiederum fördert eine Hochdruckpumpe 52 Kraftstoff 53 aus einem Vorratsbehälter 54 über eine Förderleitung 55 in einen den Kraftstoff 53 mit einem Druck von 300 bis 800 bar speichernden Druckspeicherraum 56, der über einzelne Druckleitungen 57 mit einzelnen Injektoren 58 verbunden ist. Ausgehend von dem Druckspeicherraum 56 wird der Einspritzdruck jedes Injektors 58 durch eine innerhalb jedes Injektors 58 angeordnete Druckübersetzungseinheit 59 erzeugt. Mittels einer Ventileinheit 60 (3/2-Wege-Ventils) wird die Einspritzung druckgesteuert realisiert. Ein Ventilglied 61 kann sich gegen die Schließkraft einer Druckfeder 62 von der Ventilsitzfläche 63 des Injektorgehäuses weg bewegen, wenn ein Düsenraum 64 mit unter entsprechendem Druck stehendem Kraftstoff befüllt ist. Im unbestromten Zustand der Ventileinheit 60 ist die Druckübersetzungseinheit 59 an eine Leckageleitung 66 angeschlossen. Eine Druckkammer 67 kann über ein Rückschlagventil 68 befüllt werden.

Durch eine kontinuierliche Querschnittssteuerung des Ventils 60 kann (wie bei Fig. 1) eine Einspritzverlaufsformung realisiert werden. Bei Verwendung mehrstufiger Ventile können ebenfalls durch unterschiedliche Drosselstellungen verschiedene Einspritzdruckniveaus erreicht werden. Als Aktoren sind hier ebenfalls Piezosteller oder Magnetaktoren denkbar.

In der **Figur 6** befinden sich die Druckübersetzungseinheit 59 und die Ventileinheit 60 bei einer druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzeinrichtung 51 außerhalb des Injektors 58 im Bereich des Druckspeicherraums 56.

Bei dem Ausführungsbeispiel einer druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzeinrichtung 71 gemäß **Figur 7** wird die Druckerzeugung und Verstärkung des aus einem Vorratsbehälter zugeführten Kraftstoffs 74 mit einem Motoröl als Druckfluid 72 realisiert. Die Druckübersetzungseinheit 73 wirkt als Kopplungselement zwischen der Kraftstoffzuführung und der Druckfluidzuführung. Ein zweiter Systemdruck wird über eine Drosselung innerhalb eines Ventilquerschnitts einer Ventileinheit 75 erreicht (siehe auch die Beschreibung zu den Fig. 1 bis 6).

Figur 8 zeigt eine druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung 81 mit einer Verwendung einer Druckbegrenzung des in der Druckkammer 82 verdichteten Kraftstoffs (siehe auch die analoge hubgesteuerte Variante der Figur 4). Bei geringem Hub des Druckmittels 83 wird der Druck in der Druckkammer 82 der Druckübersetzungseinheit 84 auf ca. 300 bar begrenzt, weil die Druckkammer 82 über ein Rückschlagventil mit einer Leckageleitung 87 verbunden ist. Bei weiterer Bewegung des Druckmittels 83 in Pfeilrichtung 85 schließt dieser Druckbegrenzungspfad, und es wird der volle Einspritzdruck erzeugt.

Dies ermöglicht eine Voreinspritzung mit geringem Druck durch eine separate Betätigung einer Ventileinheit 86. Bei einer Haupteinspritzung läßt sich zusätzlich eine Boot-Injektion erzeugen. Die Ventileinheit 86 kann durch Magnetaktuatoren (bei Drosselung im Bereich der Ventilsitzfläche muß eine Wegsteuerung des Magnetventils ausgebildet sein) direkt oder hydraulisch unterstützt bzw. angesteuert werden (Steuerkolben und Stellerraum). Auch durch die Verwendung eines Piezo-Aktors kann eine Einspritzverlaufsformung (Bootinjektion) bei der Haupteinspritzung realisiert werden. Dies gilt ebenso für sämtliche Ausführungsformen der Erfindung.

Fig. 9 betrifft eine druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung 91 mit einer zu den bisher gezeigten Ausführungsbeispielen geänderten Einspritzdüse. Wiederum wird über eine Kraftstoffpumpe Kraftstoff oder alternativ Motoröl in einen Druckspeicherraum mit einem

Druck von ca. 300 bis ca. 800 bar gefördert. Ausgehend von diesem Druckspeicherraum wird lokal für jeden Zylinder der Einspritzdruck über eine Druckübersetzungseinheit erzeugt. Bei Motoröl als Betriebsstoff wirkt die Druckübersetzungseinheit auch als Koppler. Über ein 3/2-Wege-Ventil 92 mit einer Querschnittssteuerung oder einen Piezoaktor wird die Einspritzung druckgesteuert realisiert. Im unbestromten Zustand liegt die Niederdruckseite der Druckübersetzungseinheit auf Lecköl und kann über ein Rückschlagventil 93 befüllt werden. Mittels einer Drosselung im Ventilsitz des Ventils 92 läßt sich ein zweiter Einspritzdruck ausbilden. An Stelle der bereits in den vorhergehenden Figuren gezeigten Sackloch- oder Sitzlochdüsen wird eine Vario- oder Vario-Registerdüse verwendet. Dabei ist der zur Verfügung stehende Öffnungsquerschnitt der Düsenlöcher variabel. Der Einspritzverlauf kann noch besser an die Erfordernisse des Motors angepaßt werden. Bei einer Vario-Registerdüse können stufenweise mehrere Düsenlochreihen geöffnet werden. Die Ansteuerung für den hydraulischen Hubanschlag 94 der Düse kann sowohl innerhalb des Injektors 95 als auch zentral für alle Injektoren gleichzeitig erfolgen.

Zusätzlich zu den gezeigten Ausführungsbeispielen wäre auch die Verwendung eines Ausweichkolbens ähnlich einer Pumpen-Düse-Einheit (PDE) denkbar.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Durchführung einer Kraftstoffeinspritzung mit einer Hochdruckpumpe (2; 52) und einem Druckspeicherraum (6; 56) zur Erzeugung und Speicherung eines ersten Systemdrucks, **dadurch gekennzeichnet**, daß dieser Systemdruck nicht zur Einspritzung verwendet wird, sondern daß mittels einer Druckübersetzungseinheit (9; 59; 73; 84) während der Einspritzung ein höherer Einspritzdruck erzeugt wird und der Einspritzdruck zur Formung des Einspritzverlaufs verringert werden kann.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Formung des Einspritzdrucks mittels eines steuerbaren Ventilquerschnitts erzeugt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Formung des Einspritzdrucks durch Absteuerung über ein Druckbegrenzungsventil (50) oder einen Ausweichkolben erzeugt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Druckübersetzungseinheit (9; 59; 73; 84) an einer beliebigen Stelle zwischen dem Druckspeicherraum (6; 56) und einem Düsenraum (20; 64) eines Injektors (8; 58) angeordnet ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Druckübersetzungseinheit (9; 59; 73; 84) in den Injektor (8; 58; 95) integriert ist.
6. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Druckübersetzungseinheit (9; 59; 73; 84) am Druckspeicherraum (6; 56) angeordnet oder in den Druckspeicherraum (6; 56) integriert ist.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Druckfluid (43; 72) zum Betrieb der Druckübersetzungseinheit (9; 73) ein von Kraftstoff unterschiedliches Medium, vorzugsweise ein Motoröl, verwendet wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kraftstoffeinspritzung hubgesteuert durchgeführt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kraftstoffeinspritzung druckgesteuert durchgeführt wird.

10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

5 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Druckübersetzungseinheit am Injektor und das Steuerventil am Druckspeicherraum angeordnet ist.

Fig. 1

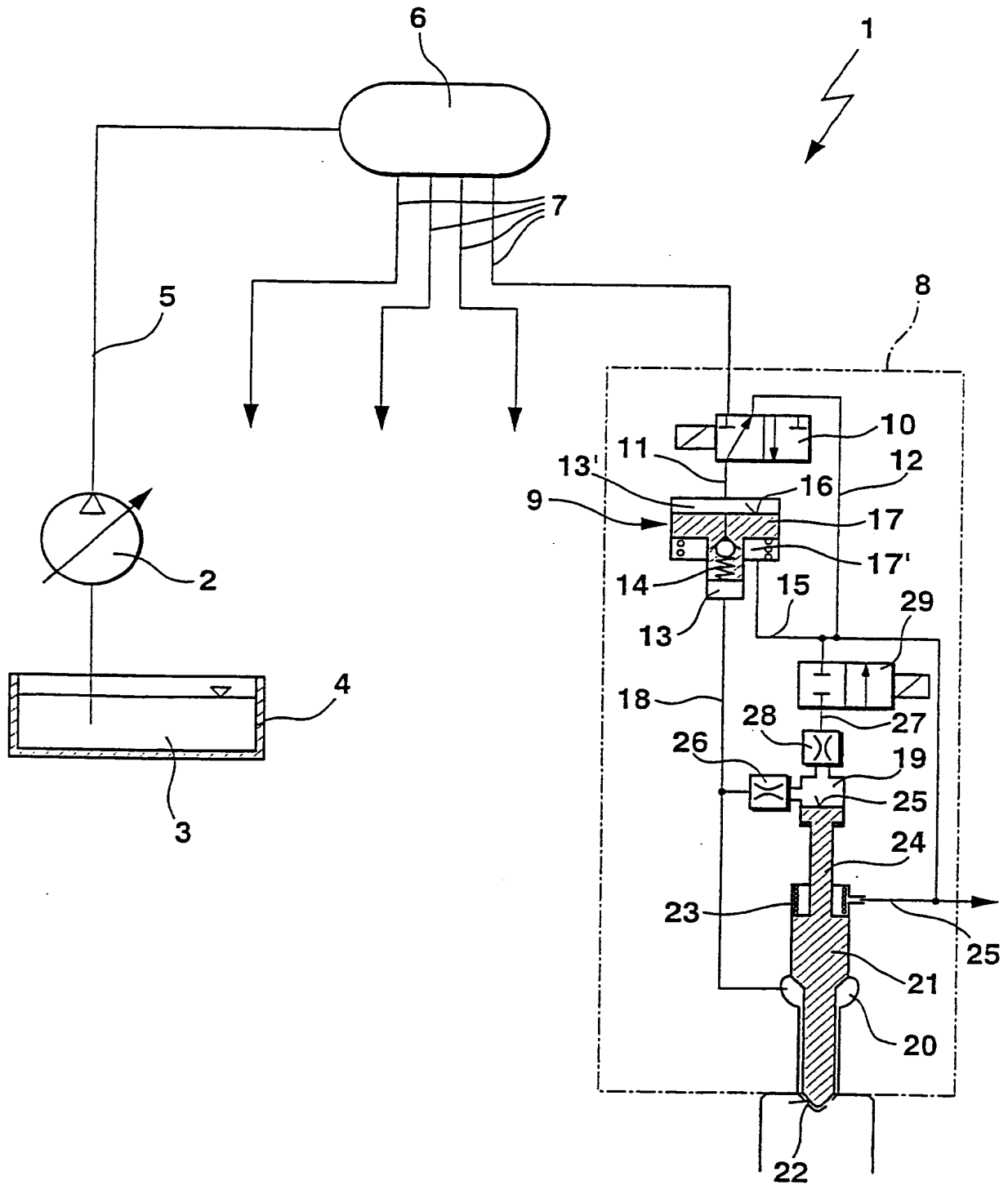


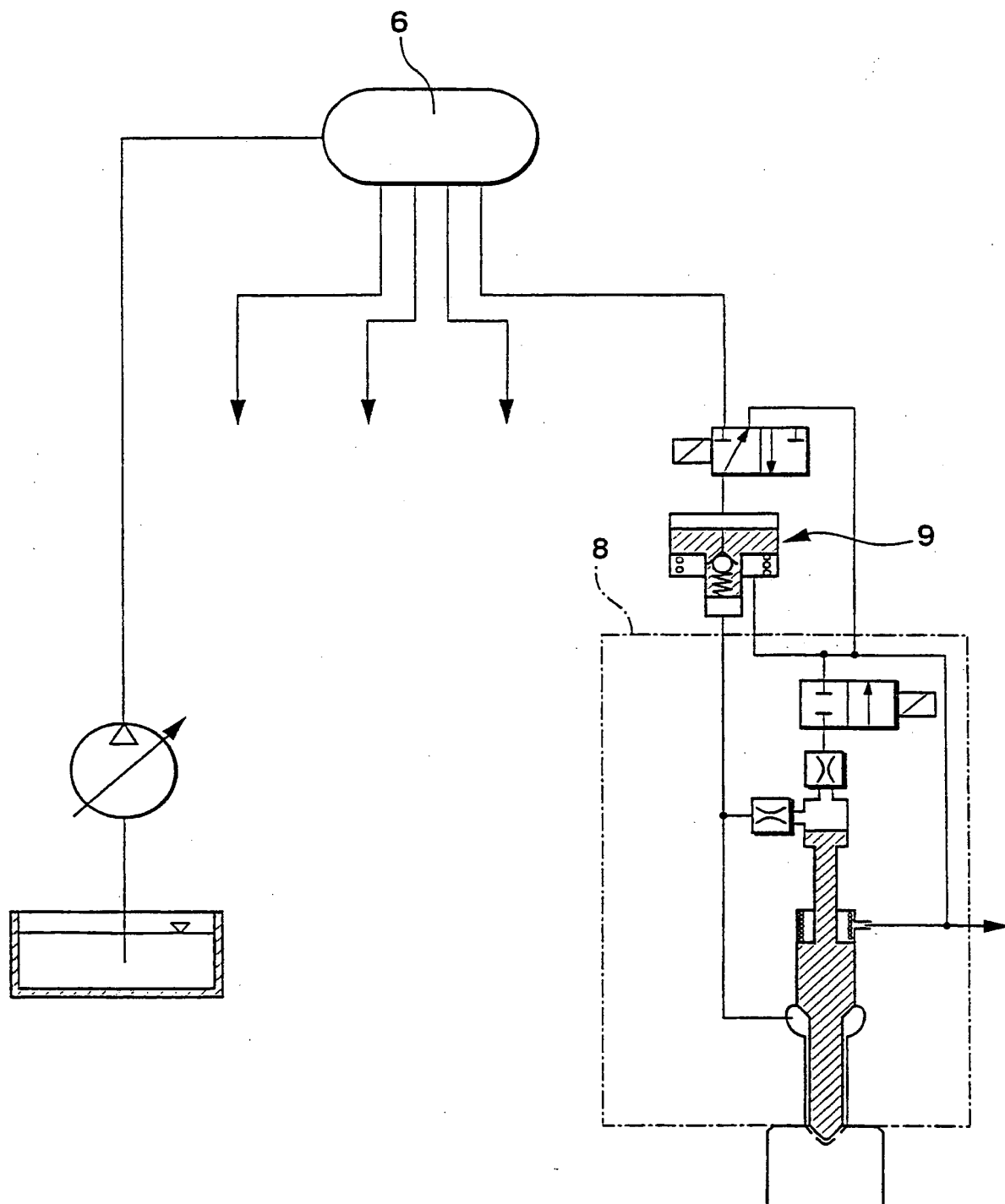
Fig. 2

Fig. 3

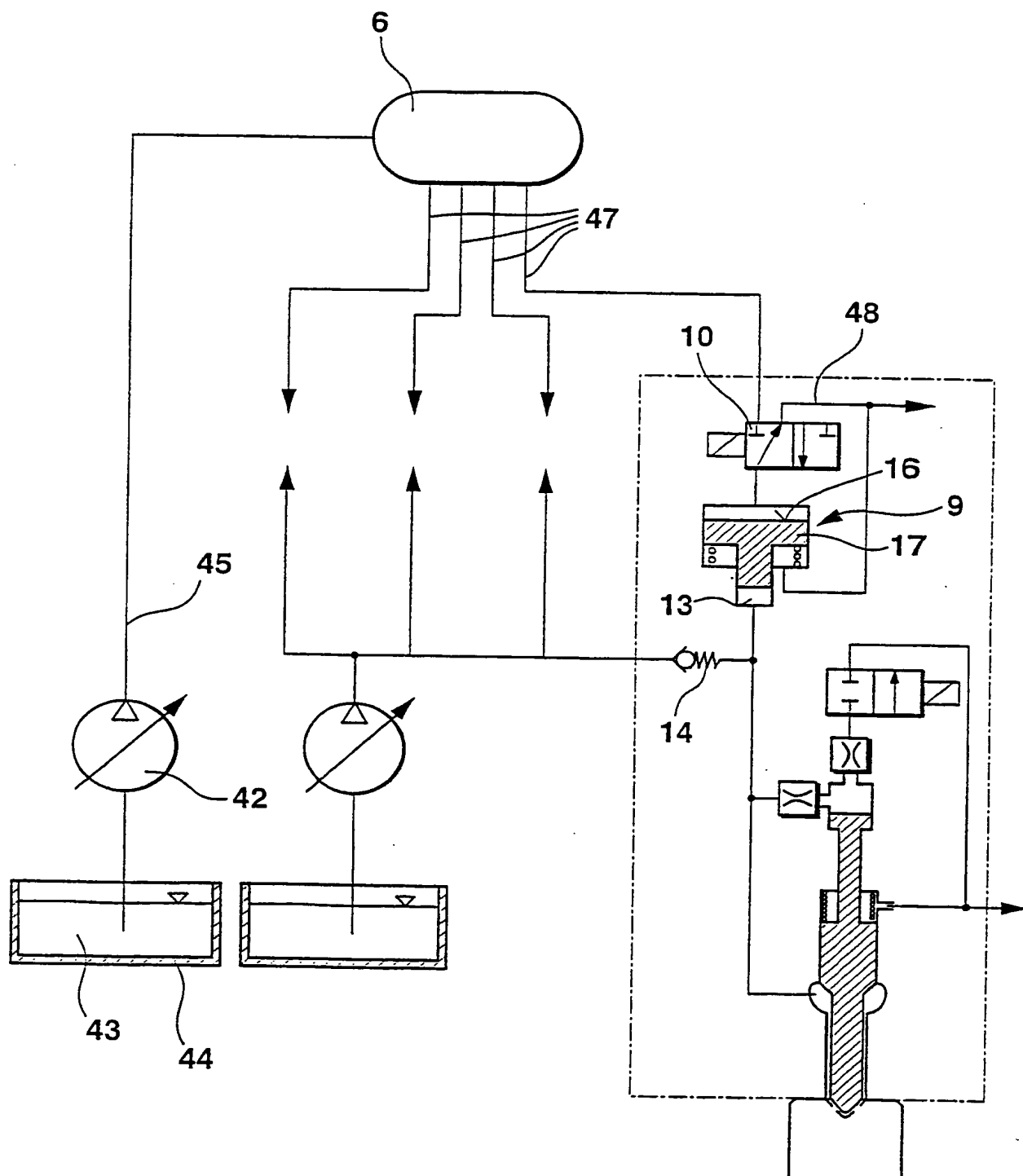


Fig. 4

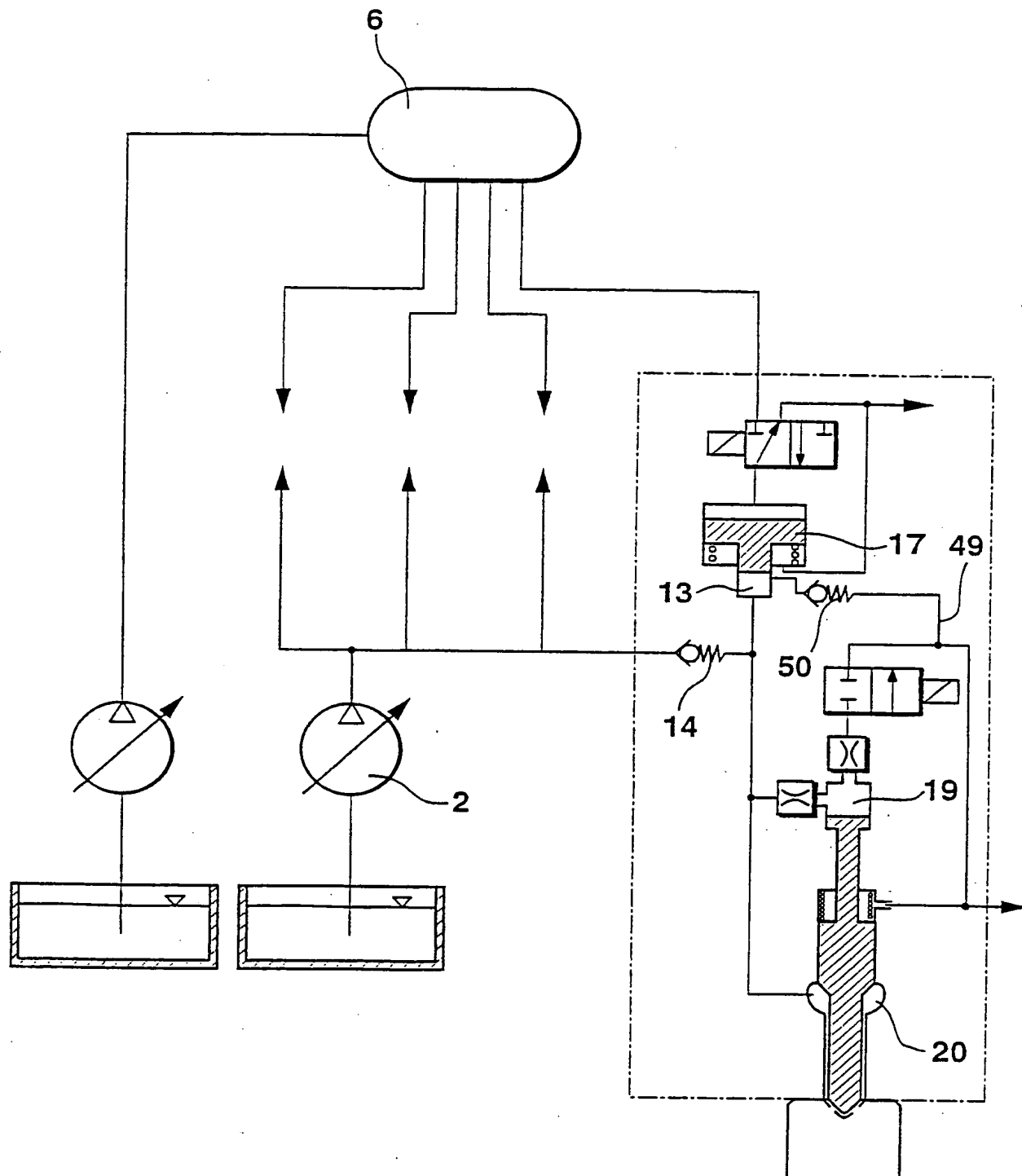


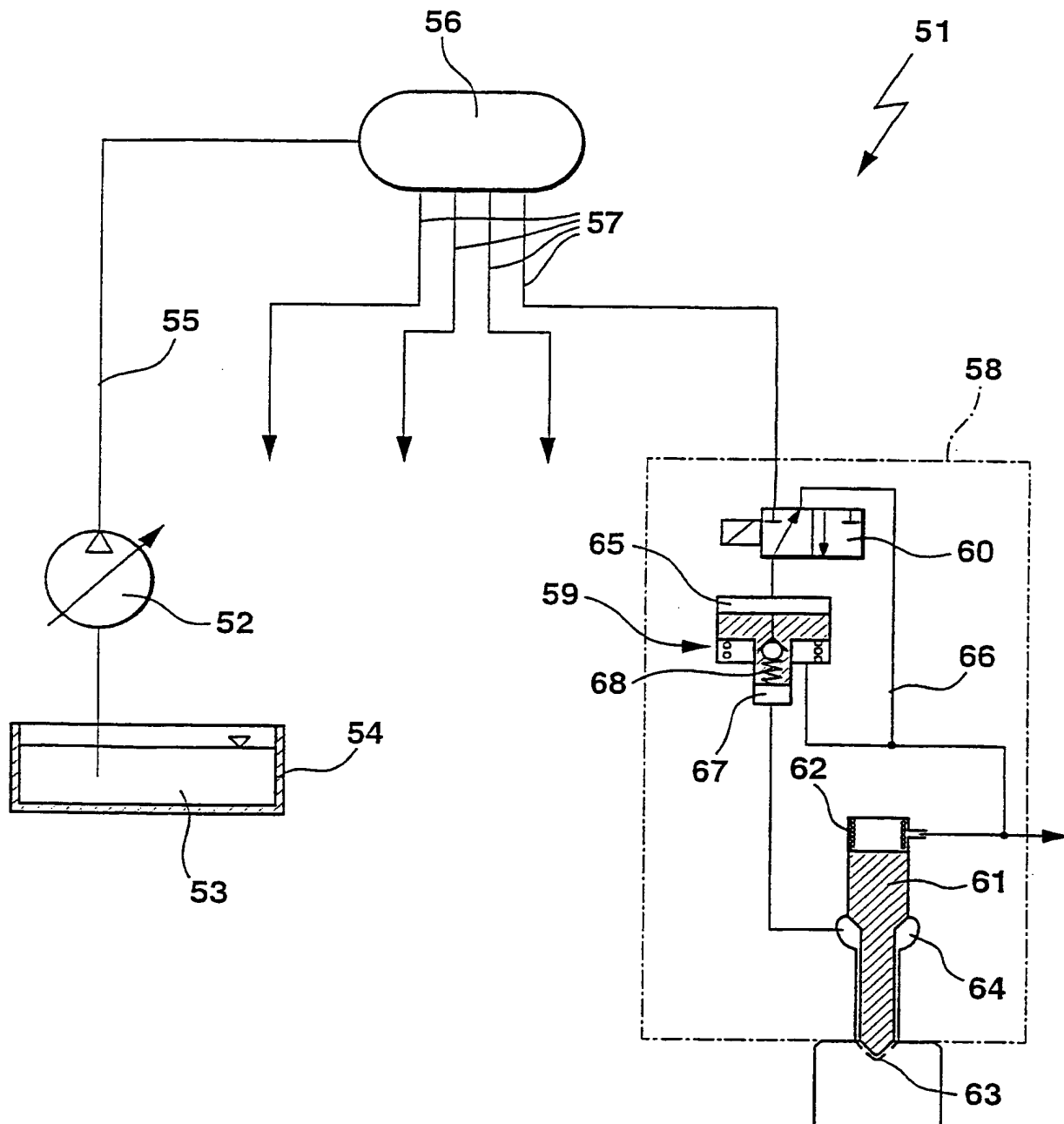
Fig. 5

Fig. 6

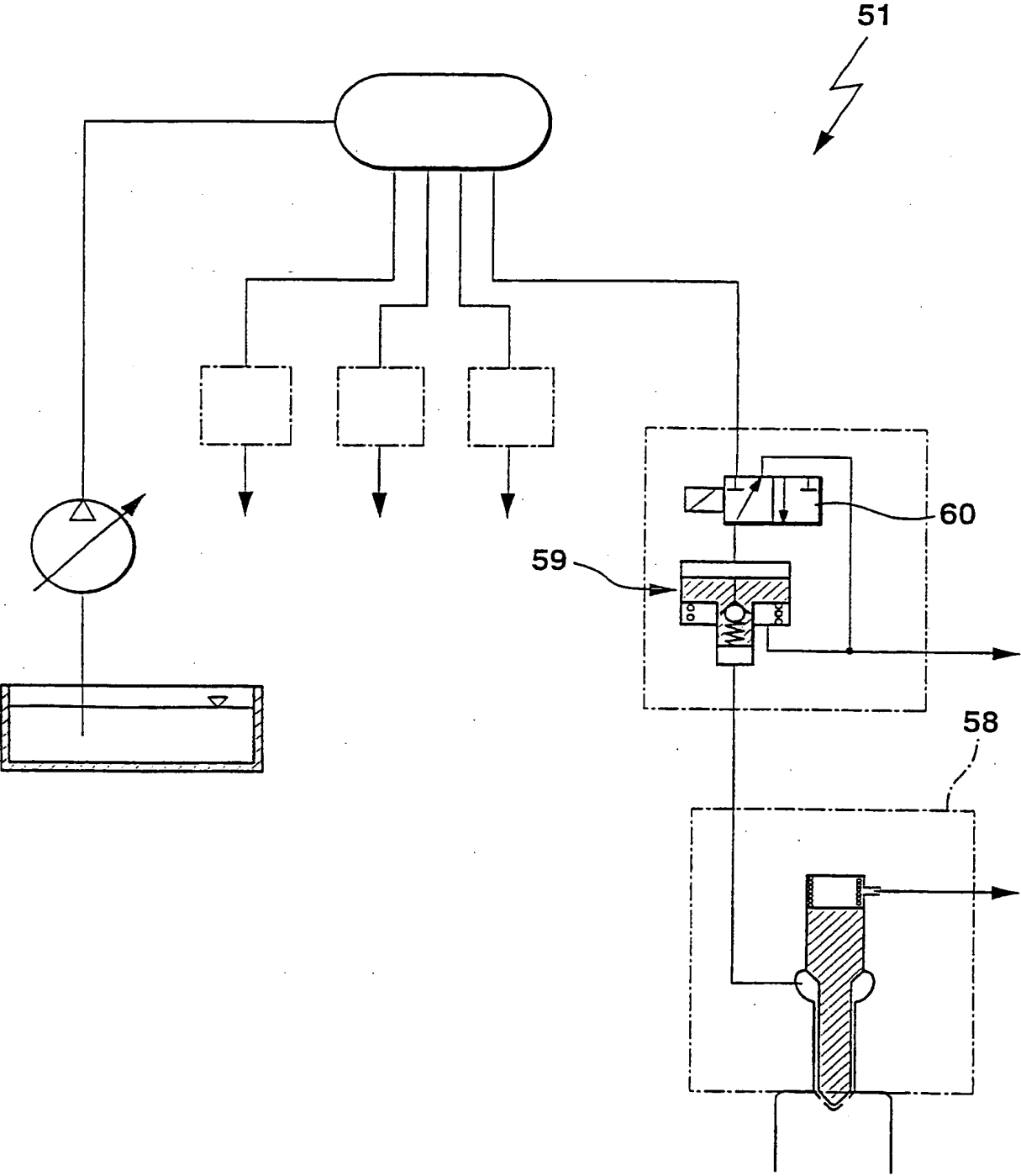


Fig. 7

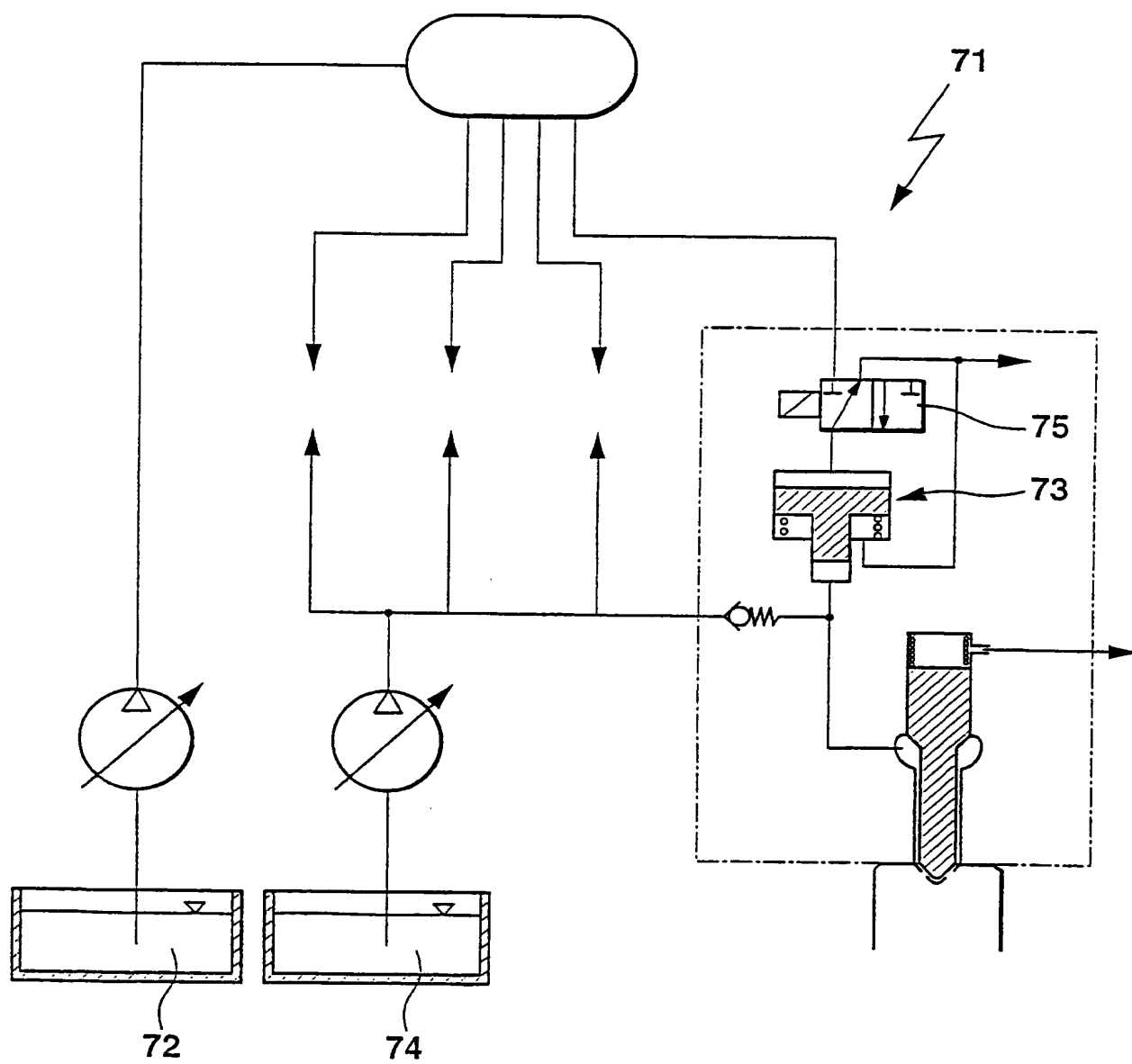


Fig. 8

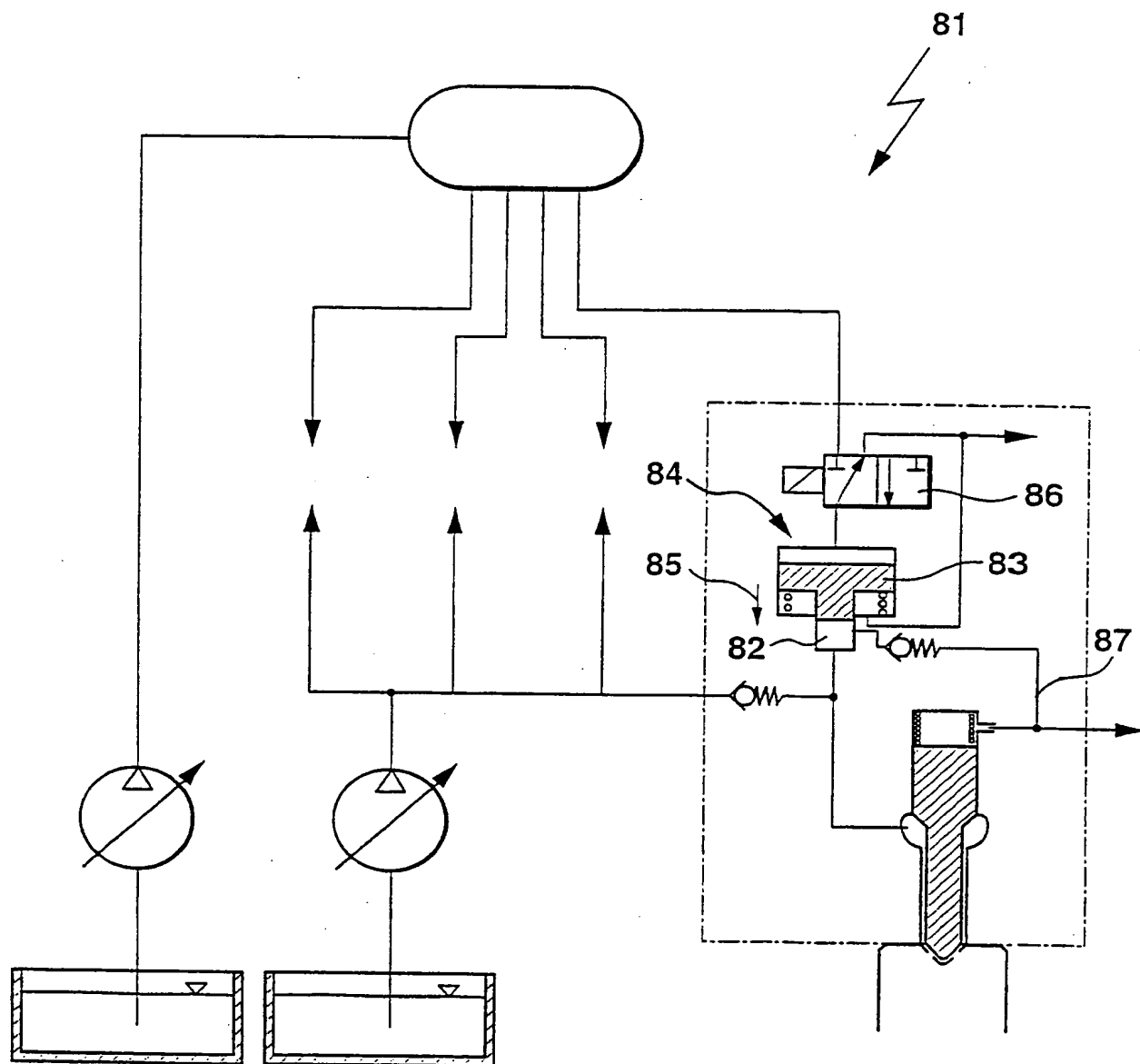
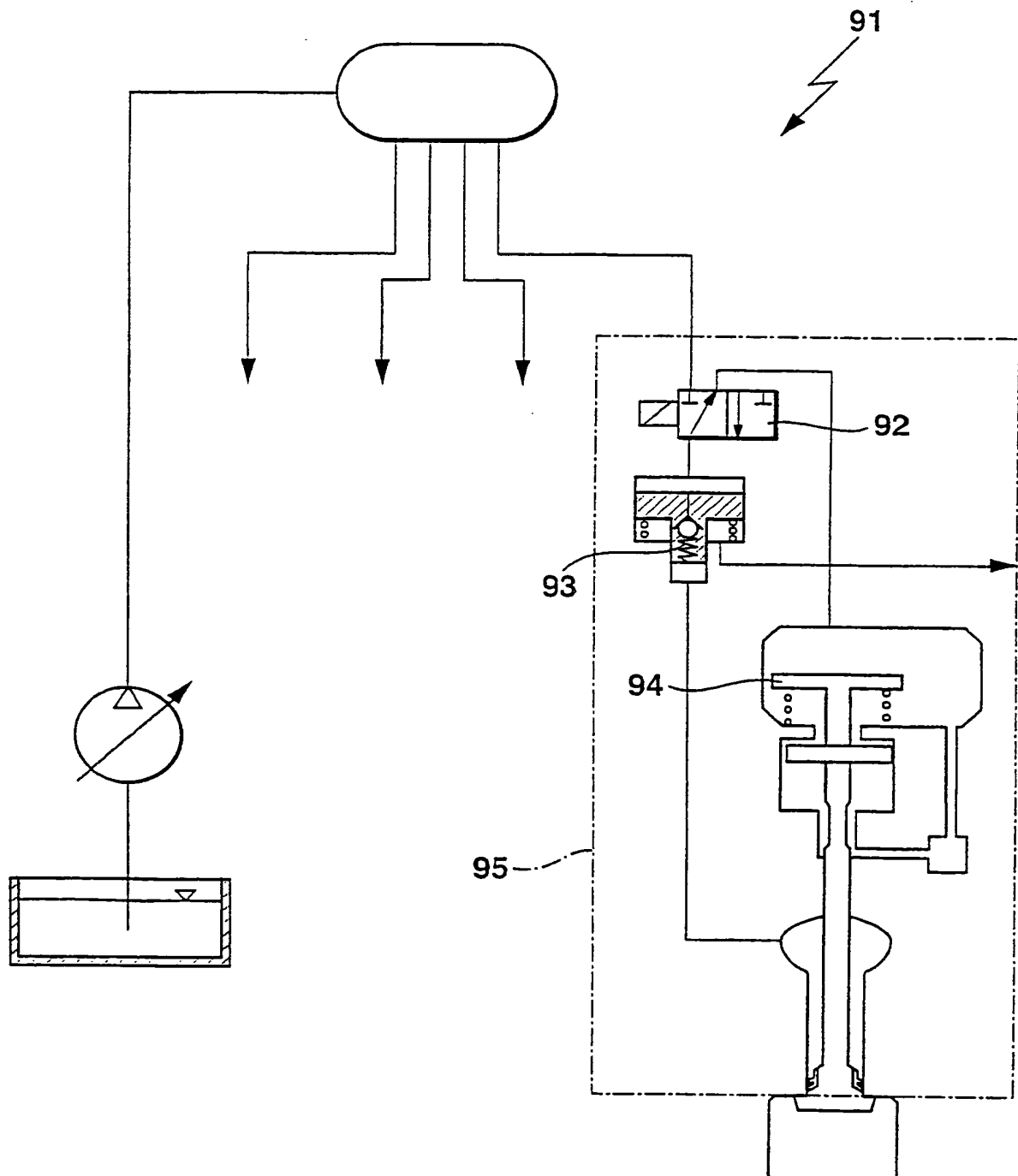


Fig. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte Application No
PCT/DE 00/02576

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M59/10 F02M45/12 F02M57/02 F02M47/02 F02M45/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 423 484 A (ZUO LIANGHE) 13 June 1995 (1995-06-13) column 4, line 67 -column 6, line 42; figures	1,3-5,7, 9,10
X	US 5 878 720 A (CHEN SHIKUI K ET AL) 9 March 1999 (1999-03-09) column 2, line 50 -column 7, line 35; figures	1,2,4,5, 7,8,10
X	GB 2 320 523 A (CATERPILLAR INC) 24 June 1998 (1998-06-24) page 15, line 1 -page 18, line 11; figures	1,2,4,5, 7,8,10
A	DE 197 16 221 A (BOSCH GMBH ROBERT) 22 October 1998 (1998-10-22) column 4, line 65 -column 5, line 3; figure 1	4

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 October 2000

Date of mailing of the international search report

07/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Torle, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/02576

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5423484 A	13-06-1995	NONE	
US 5878720 A	09-03-1999	DE 19808108 A GB 2322671 A	27-08-1998 02-09-1998
GB 2320523 A	24-06-1998	US 5463996 A GB 2295649 A,B JP 9503272 T US 6065450 A WO 9603853 A US 6082332 A US 5673669 A US 5697342 A US 5669355 A US 5687693 A US 5826562 A US 5738075 A	07-11-1995 05-06-1996 31-03-1997 23-05-2000 15-02-1996 04-07-2000 07-10-1997 16-12-1997 23-09-1997 18-11-1997 27-10-1998 14-04-1998
DE 19716221 A	22-10-1998	FR 2762362 A GB 2324343 A,B JP 10299601 A	23-10-1998 21-10-1998 10-11-1998

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F02M59/10 F02M45/12 F02M57/02 F02M47/02 F02M45/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 423 484 A (ZUO LIANGHE) 13. Juni 1995 (1995-06-13) Spalte 4, Zeile 67 -Spalte 6, Zeile 42; Abbildungen ---	1,3-5,7, 9,10
X	US 5 878 720 A (CHEN SHIKUI K ET AL) 9. März 1999 (1999-03-09) Spalte 2, Zeile 50 -Spalte 7, Zeile 35; Abbildungen ---	1,2,4,5, 7,8,10
X	GB 2 320 523 A (CATERPILLAR INC) 24. Juni 1998 (1998-06-24) Seite 15, Zeile 1 -Seite 18, Zeile 11; Abbildungen --- -/--	1,2,4,5, 7,8,10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. Oktober 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/11/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Torle, E

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>DE 197 16 221 A (BOSCH GMBH ROBERT)</p> <p>22. Oktober 1998 (1998-10-22)</p> <p>Spalte 4, Zeile 65 -Spalte 5, Zeile 3;</p> <p>Abbildung 1</p> <p>-----</p>	4

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02576

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5423484 A	13-06-1995	KEINE	
US 5878720 A	09-03-1999	DE 19808108 A	27-08-1998
		GB 2322671 A	02-09-1998
GB 2320523 A	24-06-1998	US 5463996 A	07-11-1995
		GB 2295649 A,B	05-06-1996
		JP 9503272 T	31-03-1997
		US 6065450 A	23-05-2000
		WO 9603853 A	15-02-1996
		US 6082332 A	04-07-2000
		US 5673669 A	07-10-1997
		US 5697342 A	16-12-1997
		US 5669355 A	23-09-1997
		US 5687693 A	18-11-1997
		US 5826562 A	27-10-1998
		US 5738075 A	14-04-1998
DE 19716221 A	22-10-1998	FR 2762362 A	23-10-1998
		GB 2324343 A,B	21-10-1998
		JP 10299601 A	10-11-1998

This Page Blank (uspto)